

09/913728

#3

PCT/JP00/00676

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

08.02.00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 2月12日

出願番号
Application Number:

REC'D 24 MARS 2000	
WIPO	PCT

平成11年特許願第034897号

出願人
Applicant(s):

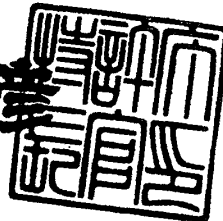
株式会社ニコン

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 3月10日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3014046

【書類名】 特許願

【整理番号】 99-00093

【提出日】 平成11年 2月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

 【氏名】 青木 貴史

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

 【氏名】 白石 直正

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

 【氏名】 大和 壮一

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

 【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

 【識別番号】 100098165

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大森 聡

 【電話番号】 044-900-8346

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 019840

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法及び装置、並びにデバイスの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露光光源からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板上に転写する露光方法において、

前記露光光源から前記基板までの前記露光ビームの光路を複数の部分光路に分割し、該複数の部分光路毎に互いに独立に前記露光ビームを吸収する吸光物質の濃度を管理することを特徴とする露光方法。

【請求項 2】 露光光源からの露光ビームを用いてマスクを照明し、該マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光方法において、

前記露光光源から前記基板までの前記露光ビームの光路を、前記露光ビームの照明系の内部の照明系部、前記マスクの周囲のマスク操作部、前記投影光学系の少なくとも一部を含む投影光学系部、及び前記基板の上部を含む基板操作部を含む複数の部分光路に分割し、

該分割された複数の部分光路毎に互いに独立に前記露光ビームを吸収する吸光物質の濃度を管理することを特徴とする露光方法。

【請求項 3】 前記複数の部分光路毎に前記吸光物質の許容濃度を互いに独立に設定し、前記複数の部分光路毎に前記吸光物質の濃度が前記許容濃度以下となるように制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光方法。

【請求項 4】 前記露光ビームの前記複数の部分光路の少なくとも一部に前記露光ビームに対して透過性の気体を供給することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の露光方法。

【請求項 5】 前記露光ビームは真空紫外域の光であり、前記吸光物質は酸素、水又は二酸化炭素であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れか一項記載の露光方法。

【請求項 6】 露光光源からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板上に転写する露光方法において、

前記露光光源から前記基板までの前記露光ビームの光路を複数の部分光路に分割し、該複数の部分光路毎に互いに独立に前記露光ビームの透過率を管理するこ

とを特徴とする露光方法。

【請求項 7】 露光光源からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板上に転写する露光方法において、

前記露光光源から前記基板までの前記露光ビームの光路を複数の部分光路に分割し、該複数の部分光路内の気体の濃度を互いに独立して管理することを特徴とする露光方法。

【請求項 8】 前記複数の部分光路内の気体の濃度は、前記部分光路の長さに応じて管理されることを特徴とする請求項 7 記載の露光方法。

【請求項 9】 露光光源からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板上に転写する露光装置において、

前記露光光源から前記基板までの前記露光ビームの光路を分割して形成される複数の部分光路をそれぞれ実質的に外気と隔離するように覆う複数のチャンバと

該複数のチャンバ内の前記露光ビームを吸収する吸光物質の濃度を互いに独立に管理する制御装置と、

を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 10】 前記複数のチャンバ内の前記吸光物質の濃度を計測する濃度センサと、

前記複数のチャンバ内の前記吸光物質を排除する排除装置と、を備え、

前記制御装置は、前記濃度センサの計測結果に応じて前記排除装置を介して前記吸光物質の濃度を管理することを特徴とする請求項 9 記載の露光装置。

【請求項 11】 前記所定のパターンはマスクに形成されたパターンであり、前記マスクのパターンは投影光学系を介して前記基板上に転写され、

前記複数のチャンバは、前記露光ビームの照明系の内部の照明系部を覆う第 1 チャンバ、前記マスクの周囲のマスク操作部を覆う第 2 チャンバ、前記投影光学系の少なくとも一部を含む投影光学系部を覆う第 3 チャンバ、及び前記基板の上部を含む基板操作部を覆う第 4 チャンバを含むことを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の露光装置。

【請求項 12】 露光光源からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板

上に転写する露光装置において、

前記露光光源から前記基板までの前記露光ビームの光路を分割して形成される複数の部分光路をそれぞれ実質的に外気と隔離するように覆う複数のチャンバと

、
該複数のチャンバ内の気体の濃度を互いに独立に管理する制御装置と、
を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 ～ 8 の何れか一項記載の露光方法を用いて、前記基板上での前記露光ビームの照度が管理された状態で、前記所定のパターンを前記基板上に転写する工程を含むことを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば半導体素子、撮像素子（CCD等）、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程で所定のパターンを基板上に転写する際に使用される露光方法及び装置に関し、特に露光ビームとして波長が 2 0 0 n m 程度以下の真空紫外光（VUV光：Vacuum Ultraviolet light）を使用する場合に使用して好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体素子等を製造するためのリソグラフィ工程において、マスクとしてのレチクルのパターンを基板としてのレジスト（感光材）が塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上に転写するために、ステッパー等の縮小投影型露光装置、又はレチクルのパターンを直接ウエハ上に転写するプロキシミティ方式の露光装置等の各種の露光装置が使用されている。この種の露光装置では、従来は露光ビーム（露光光）として水銀ランプの i 線（波長 3 6 5 n m）や Kr F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）のような紫外光が使用されていた。

【0 0 0 3】

最近では、半導体集積回路等の一層の高集積化に対応してより高い解像度を得るために、露光ビームの一層の短波長化が行われている。そして、既に Ar F エ

キシマレーザ光（波長 193 nm）の実用化も最終段階に入りつつあり、その次の露光ビームとして F₂ レーザ光（波長 157 nm）の研究も進められている。その一方で、露光装置の高スループット化のために、単位時間当たりにレチクル（ウエハ）に照射される露光ビームのエネルギー（照度）の要求値は益々増加している。そこで、照明光学系や投影光学系中のレンズ等の屈折光学部材については、波長 200 nm 程度以下の光に対しても高い透過率を持つ合成石英や蛍石等が使用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記の如く露光装置用の露光ビームとして、最近では波長 200 nm 程度以下の真空紫外光（VUV 光）の利用が検討されるようになり、照明光学系等の内部の屈折光学部材についても真空紫外光に対して高い透過率を持つ硝材の利用が検討されるようになっている。ところが、露光ビームに対しては屈折光学部材の他に光路上の雰囲気中にも、その露光ビームを吸収してその露光ビームの透過率を大きく低下させる物質（以下、「吸光物質」という）が存在する。吸光物質は露光ビームの波長によって異なり、通常の空気中では波長 200 nm 以上の光に対してはオゾン等が吸光物質となり、真空紫外光に対しては空気中に含まれる酸素分子、水分子、及び二酸化炭素分子等も吸光物質となる。

【0005】

そのため、真空紫外光の光路に空気が供給されている場合、それらの吸光物質によって真空紫外光はかなり吸収されるため、真空紫外光がレチクルを介してウエハ上に十分な照度で到達することは困難である。このようなウエハ上での照度低下を防止するためには、露光ビームの光路上の吸光物質の量を低減させるか又はその吸光物質を排除して、その光路の透過率を高める必要がある。このためには、露光ビームの全部の光路上でその吸光物質の量を均一に低減させるか、又はその吸光物質を排除することによって、その吸光物質を一括で管理する方法が考えられる。しかしながら、レチクルステージやウエハステージ等の可動部の近傍や照明光学系の内部等を含めて吸光物質の管理を一括して行うのは、機構が部分的に複雑化して露光装置の製造コストが上昇すると共に、露光装置の運転コスト

も増大する恐れがある。

【0006】

本発明は斯かる点に鑑み、転写対象の基板上での露光ビームの照度を高めることができる露光方法を提供することを第1の目的とする。

また、本発明は、真空紫外光のように種々の物質によって吸収され易い露光ビームを使用する場合に、機構を全体として複雑化することなく、又は運転コストをあまり高めることなく、転写対象の基板上での露光ビームの照度を高めることができる露光方法を提供することを第2の目的とする。

【0007】

更に本発明は、そのような露光方法を実施できる露光装置、及びそのような露光方法を用いたデバイスの製造方法を提供することをも目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の露光方法は、露光光源(11)からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板(W)上に転写する露光方法において、その露光光源からその基板までの露光ビームの光路を複数の部分光路に分割し、この複数の部分光路毎に互いに独立にその露光ビームを吸収する吸光物質の濃度を管理するものである。

【0009】

斯かる本発明によれば、その露光ビームの光路を例えば照明光学系の内部のように可動部が殆どなく容易に気密性を高めることができると共に、光路の長い第1の部分光路と、ステージ系のような可動部の近傍で外気、ひいてはその露光ビームを吸収する吸光物質が混入し易い反面で光路の短い第2の部分光路とに分割する。そして、例えば第1の部分光路に比べて第2の部分光路では吸光物質の許容濃度を高くすることを許して、吸光物質の排除を行うなど、第1の部分光路と第2の部分光路とにおける吸光物質の濃度を互いに独立に管理することによって、それぞれの部分光路の密閉機構(気密機構)や吸光物質の排除機構等の機構をあまり複雑化することなく、その基板上での露光ビームの照度(パルス光ではパルスエネルギー)を高めることができる。

【0 0 1 0】

なお、吸光物質の濃度を管理する代わりに、当該部分光路における吸光物質の総量そのものを管理するようにしてもよい。

次に、本発明による第2の露光方法は、露光光源（1 1）からの露光ビームを用いてマスク（R）を照明し、このマスクのパターンを投影光学系（P L）を介して基板（W）上に転写する露光方法において、その露光光源からその基板までのその露光ビームの光路を、その露光ビームの照明系の内部の照明系部（5）、そのマスクの周囲のマスク操作部（6）、その投影光学系の少なくとも一部を含む投影光学系部（P L）、及びその基板の上部を含む基板操作部（7）を含む複数の部分光路に分割し、このように分割された複数の部分光路毎に互いに独立にその露光ビームを吸収する吸光物質の濃度を管理するものである。

【0 0 1 1】

斯かる本発明によれば、その照明系部では外気（吸光物質）の混入は比較的少ない。また、マスク操作部はマスクの交換や位置決め等を行うために比較的可動部が多く外気が混入し易い。そして、投影光学系部はほぼ密閉された構造を持ち、基板操作部は基板の交換及び位置決め等を行うために可動部が多い。また、照明系部と投影光学系部とでは比較的光路長が長く、光路上の雰囲気中の各成分の量の変動が小さい一方で、マスク操作部及び基板操作部においては光路長が比較的短く、光路上の雰囲気中の各成分の量の変動が大きいという特徴がある。そこで、一例としてこれらの部分光路毎に密閉性を高め、外部からの吸光物質の流入をほぼ遮断して、各部分光路毎に独立に内部の吸光物質の濃度を管理する。

【0 0 1 2】

そして、各部分光路上の吸光物質を低減させるか又は排除するために、例えば各部分光路毎に独立にその吸光物質の許容濃度を設定しておく。この際に、マスク操作部及び基板操作部では光路が短いため、一つの制御方法としてそれ以外の部分に比べて吸光物質の許容濃度が高くなることを許容する。そして、吸光物質の濃度が許容濃度を超えた部分光路では、この内部の排気（又は減圧）を行う。その後に必要なならば、その内部に例えばその露光ビームに対する吸収率の低い（透過率の高い）気体をパージする。これによって、各部分光路毎に設定された許

容濃度以下になるようにその吸光物質の濃度が管理され、その基板上での露光ビームの照度が向上するため、そのマスクのパターンを高精度、かつ高スループットでその基板上に転写することができる。この場合、光路の全体でその吸光物質の濃度を一括して管理する場合に比べて、特にマスク操作部及び基板操作部の構造そのものが比較的簡素化できる。

【0013】

更に、マスク操作部及び基板操作部といった部分での吸光物質の濃度が高くなることを許容して、他の照明系部や投影光学系部とは独立に吸光物質の濃度（又は総量）を管理することで、後者の照明系部や投影光学系部での制御機構を複雑にすることなく、露光ビームの照度を高めることができる。言い換えると、マスク操作部及び基板操作部で吸光物質の濃度（量）が高まった場合、それはマスク操作部及び基板操作部で対処して問題を解決する（吸光物質の濃度が低下するように濃度管理を行う）ことで、その影響は他の部分には及ばないため、他の部分での濃度管理が容易になり、運転コストも低減することができる。これに対して、全体の光路上の濃度を一括管理した場合には、その光路上の一部で濃度上昇等の問題が生じると、他の部分まで悪影響が及んでしまう。

【0014】

この場合、その露光ビームが真空紫外域の光であるとき、その吸光物質の一例は酸素、水又は二酸化炭素であり、その透過率の高い気体の一例は窒素、又はヘリウム、ネオン若しくはアルゴン等の希ガスである。

次に、本発明による第3の露光方法は、露光光源からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板上に転写する露光方法において、その露光光源からその基板までのその露光ビームの光路を複数の部分光路に分割し、この複数の部分光路毎に互いに独立にその露光ビームの透過率を管理するものである。本発明によれば、その複数の部分光路毎に、例えば内部の真空度、内部の高透過率の気体の濃度（総量）、又は内部の吸光物質の濃度（総量）等を独立に管理することによって、機構を全体として簡素化した上で、効率的にその基板上での露光ビームの照度（パルス光ではパルスエネルギー）を高めることができる。

【0015】

次に、本発明による第4の露光方法は、露光光源（11）からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板（W）上に転写する露光方法において、その露光光源から前記基板までのその露光ビームの光路を複数の部分光路に分割し、この複数の部分光路内の気体の濃度を互いに独立して管理するものである。本発明によれば、その気体はその露光ビームに対して程度の差はあっても吸光物質として作用する場合に、その気体の濃度を互いに独立に管理することによって、第1の露光方法と同様に、その基板上での露光ビームの照度を高めることができる。

【0016】

この場合、その各部分光路内の気体の濃度を、その部分光路の長さに応じて管理してもよい。又は、その気体の濃度を当該部分光路と外気との間の基板等の出し入れの頻度等に応じて管理してもよい。

次に、本発明による第1の露光装置は、露光光源（11）からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板（W）上に転写する露光装置において、その露光光源からその基板までのその露光ビームの光路を分割して形成される複数の部分光路をそれぞれ実質的に外気と隔離するように覆う複数のチャンバと、その複数のチャンバ内のその吸光物質の濃度を互いに独立に管理する制御装置（25）と、を有するものである。本発明によって、本発明の第1の露光方法が実施できる。

【0017】

この場合、その複数のチャンバ内のその露光ビームを吸収する吸光物質の濃度を計測する濃度センサ（29A～29D）と、その複数のチャンバ内の吸光物質を排除する排除装置（30A～30D）とを設け、その制御装置は、その濃度センサの計測結果に応じてその排除装置を介して濃度管理を行うことが望ましい。

この場合、更にその所定のパターンはマスクに形成されたパターンであり、そのマスクのパターンは投影光学系を介してその基板上に転写されるときに、その複数のチャンバは、その露光ビームの照明系の内部の照明系部（5）を覆う第1チャンバ（1）、そのマスクの周囲のマスク操作部（6）を覆う第2チャンバ（2）、その投影光学系（PL）の少なくとも一部を含む投影光学系部を覆う第3チャンバ（3）、及びその基板の上部を含む基板操作部（7）を覆う第4チャンバ（4）を含むことが望ましい。これによって、本発明の第2の露光方法が実施

できる。また、その第 1 チャンバ～第 4 チャンバの内部をそれぞれ更に複数の隔離された部分チャンバに分割してもよい。

【0 0 1 8】

次に、本発明による第 3 の露光装置は、露光光源 (1 1) からの露光ビームを用いて所定のパターンを基板 (W) 上に転写する露光装置において、その露光光源からその基板までのその露光ビームの光路を分割して形成される複数の部分光路をそれぞれ実質的に外気と隔離するように覆う複数のチャンバと、この複数のチャンバ内の気体の濃度を互いに独立に管理する制御装置 (2 5) と、を有するものであり、これによって、本発明の第 4 の露光方法が実施できる。

【0 0 1 9】

また、本発明によるデバイスの製造方法は、上記の本発明の露光方法を用いて、その基板上でのその露光ビームの照度が管理された状態で、その所定のパターンをその基板上に転写する工程を含むものである。この場合、その基板上での露光ビームの照度が高いため、高スループットで半導体デバイス等を量産できる。

【0 0 2 0】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例につき図 1 及び図 2 を参照して説明する。本例は、露光ビームとして真空紫外光を用いるステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に本発明を適用したものである。

図 1 は、本例の投影露光装置の概略構成を示す一部を切り欠いた構成図であり、この図 1 において、本例の投影露光装置の機構部は照明光学系部 5、レチクル操作部 6、投影光学系 P L 及びウエハ操作部 7 に大きく分かれており、更にこれらの照明光学系部 5、レチクル操作部 6、投影光学系 P L 及びウエハ操作部 7 は、それぞれ箱状の照明系チャンバ 1、レチクル室 2、鏡筒 3 及びウエハ室 4 の内部に外気から隔離されて厳密に密閉された状態で収納されている。更に本例の投影露光装置は全体として、内部の気体（例えば清浄化された空気）の温度が所定の目標範囲内に制御された一つの大きいチャンバ内に収納されている。

【0 0 2 1】

まず照明光学系部 5 において、露光光源 1 1 として真空紫外域の波長 1 5 7 n

m のパルスレーザー光を発生する F_2 レーザ光源が使用されており、露光光源 1 1 の射出端が照明系チャンバ 1 の下部側面に差し込まれている。露光時に露光光源 1 1 から照明系チャンバ 1 内に射出された照明光 I L (露光ビーム) は、ミラー 1 2 で上方に反射され、振動等による光軸ずれを合わせるための不図示の自動追尾部、及び照明系の断面形状の整形と光量制御とを行うビーム整形光学系 1 3 を介してオプティカル・インテグレータ (ホモジナイザ) としてのフライアイレンズ (又はロッドレンズ) 1 4 に入射する。フライアイレンズ 1 4 の射出面には開口絞り (不図示) が配置され、フライアイレンズ 1 4 から射出されてその開口絞りを通過した照明光 I L は、ミラー 1 5 によってほぼ水平方向に反射されて、リレーレンズ 1 6 を介して視野絞り (レチクルブラインド) 1 7 に達する。

【0022】

視野絞り 1 7 の配置面は露光対象のレチクル R のパターン面とほぼ共役であり、視野絞り 1 7 は、そのパターン面での細長い長方形の照明領域の形状を規定する固定ブラインドと、走査露光の開始時及び終了時に不要な部分への露光を防止するためにその照明領域を閉じる可動ブラインドとを備えている。視野絞り 1 7 を通過した照明光 I L は、リレーレンズ 1 8、ミラー 1 9、及び照明系チャンバ 1 の先端部に固定されたコンデンサレンズ系 2 0 を介してレチクル R のパターン面上の長方形 (スリット状) の照明領域を均一な照度分布で照明する。露光光源 1 1 ~ コンデンサレンズ系 2 0 より照明光学系部 5 が構成され、照明光学系部 5 内の照明光 I L の光路、即ち露光光源 1 1 からコンデンサレンズ系 2 0 までの光路が照明系チャンバ 1 によって密閉されている。

【0023】

照明光 I L のもとで、レチクル R の照明領域内のパターンの像が投影光学系 P L を介して投影倍率 β (β は例えば $1/4$, $1/5$ 等) で、基板としてのフォトレジストが塗布されたウエハ W 上に投影される。ウエハ (wafer) W は例えば半導体 (シリコン等) 又は S O I (silicon on insulator) 等の円板状の基板である。本例のように照明光 I L が F_2 レーザ光である場合には、透過率の良好な光学硝材は蛍石 (CaF_2 の結晶)、フッ素をドープした石英ガラス、及びフッ化マグネシウム (MgF_2) 等に限られるため、投影光学系を屈折光学部材のみで構成し

て所望の結像特性（色収差特性等）を得るのは困難である傾向がある。そこで、本例の投影光学系 P L は、後述のように屈折光学部材と反射鏡とを組み合わせた反射屈折系である。以下、投影光学系 P L の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内（本例では水平面）で図 1 の紙面に平行に X 軸を取り、図 1 の紙面に垂直に Y 軸を取って説明する。本例のレチクル R 上の照明領域は X 方向に細長い長方形であり、露光時のレチクル R 及びウエハ W の走査方向は Y 方向である。

【 0 0 2 4 】

このとき、レチクル R はレチクルステージ 2 1 上に保持され、レチクルステージ 2 1 は不図示のレチクルベース上で Y 方向にレチクル R を連続移動すると共に、X 方向、Y 方向及び回転方向に同期誤差を低減させるようにレチクル R を微少駆動する。レチクルステージ 2 1 の位置は不図示のレーザ干渉計によって高精度に計測され、この計測値及び装置全体の動作を統轄制御するコンピュータよりなる主制御系 2 5 からの制御情報に基づいてレチクルステージ 2 1 が駆動される。レチクル R、レチクルステージ 2 1、及び不図示のレチクルベースやレチクルローダ等からレチクル操作部 6 が構成され、レチクル操作部 6 内の照明光 I L の光路、即ちコンデンサレンズ系 2 0 から投影光学系 P L までの光路がレチクル室 2 によって密閉されている。

【 0 0 2 5 】

一方、ウエハ W はウエハホルダ 2 2 を介してウエハステージ 2 3 上に保持され、ウエハステージ 2 3 はウエハベース 2 4 上で Y 方向にウエハ W を連続移動すると共に、X 方向及び Y 方向にウエハ W をステップ移動する。また、ウエハステージ 2 3 は、不図示のオートフォーカスセンサによって計測されるウエハ W の表面の光軸 A X 方向の位置（フォーカス位置）の情報に基づいて、オートフォーカス方式でウエハ W の表面を投影光学系 P L の像面に合焦させる。ウエハステージ 2 3 の位置は不図示のレーザ干渉計によって高精度に計測され、この計測値及び主制御系 2 5 からの制御情報に基づいてウエハステージ 2 3 が駆動される。

【 0 0 2 6 】

露光時には、ウエハ W 上の露光対象のショット領域を投影光学系 P L の露光領

域の手前にステップ移動させる動作と、レチクルステージ 2 1 を介して照明光 I L の照明領域に対してレチクル R を Y 方向に一定速度 V_R で走査するのに同期して、ウエハステージ 2 3 を介して一定速度 $\beta \cdot V_R$ (β は投影光学系 P L の投影倍率) でウエハ W を Y 方向に走査する動作とがステップ・アンド・スキャン方式で繰り返されて、ウエハ W 上の各ショット領域に順次レチクル R のパターンの縮小像が転写される。

【 0 0 2 7 】

ウエハ W、ウエハホルダ 2 2、ウエハステージ 2 3、及び不図示のウエハベースやウエハローダ等からウエハ操作部 7 が構成され、ウエハ操作部 7 内の照明光 I L の光路、即ち投影光学系 P L からウエハ W までの光路がウエハ室 4 によって密閉されている。また、投影光学系 P L が鏡筒 3 内に密閉されて収納されており、投影光学系 P L のレチクル側の光学部材からウエハ側の光学部材までの光路が鏡筒 3 内に密閉されている。

【 0 0 2 8 】

さて、本例の照明光 I L は波長 1 5 7 n m の真空紫外光であるため、その照明光 I L に対するオゾンが除去された通常の空気中の吸光物質としては、酸素 (O_2)、二酸化炭素 (CO_2) 等の気体及び水蒸気 (H_2O) 等がある。一方、その照明光 I L に対して透過性の気体 (吸収の殆ど無い物質) としては、窒素ガス (N_2) の他にヘリウム (He)、ネオン (Ne)、アルゴン (Ar) 等の希ガスがある。また、窒素ガスは波長が 1 5 0 n m 程度以下の光に対しては吸光物質として作用するようになるが、ヘリウムガスは波長 1 0 0 n m 程度まで透過性の気体として使用することができる。更に、ヘリウムガスは熱伝導率が窒素ガスの約 6 倍であり、気圧変化に対する屈折率の変動量が窒素ガスの約 $1/8$ であるため、特に高透過率と光学系の結像特性の安定性や冷却性とで優れている。しかしながら、ヘリウムガスは高価であるため、露光ビームの波長が F_2 レーザのように 1 5 0 n m 以上であれば、運転コストを低減させるためにはその透過性の気体として窒素ガスを使用するようにしてもよい。本例では、その照明光 I L に対して透過性の気体として窒素ガスを使用するものとする。

【 0 0 2 9 】

以上より本例の照明系チャンバ 1 内には、配管 32A を介して内部の吸光物質を含む気体を排気するための真空ポンプ 30A が接続されている。また、例えば本例の投影露光装置の全体が収納されているチャンバ（不図示）の外部に設置された気体供給装置 26 内のポンベに、照明光 IL に対して透過性の気体である窒素ガスが不純物が高度に除去された状態で圧搾されて、又は液化されて貯蔵されている。そして、必要に応じてそのポンベから取り出された窒素ガスが所定圧力で所定温度に制御されて、電磁的に開閉できるバルブ 28A が取り付けられた配管 27A を介して照明系チャンバ 1 内に供給されるように構成されている。

【0030】

また、照明系チャンバ 1 内に配管 31A を介して吸光物質の濃度を計測するための濃度センサ 29A が接続され、濃度センサ 29A の計測値が主制御系 25 に供給されている。主制御系 25 は、その濃度センサ 29A で計測される所定の吸光物質（本例では酸素、水蒸気及び二酸化炭素）の濃度が予め設定されている許容濃度を越えたときに、バルブ 28A が閉じられている状態で真空ポンプ 30A を動作させて照明系チャンバ 1 内の気体及び吸光物質を排気する。主制御系 25 はその後、バルブ 28A を開いて、気体供給装置 26 を動作させて配管 27A を介して照明系チャンバ 1 内に、高純度の所定温度の窒素ガスを所定圧力（通常は 1 気圧）まで供給する。これによって、照明系チャンバ 1 内の気圧は外気と実質的に等しくなる。その後、バルブ 28A が閉じられるが、この動作から所定期間が経過するまでは照明系チャンバ 1 内の吸光物質の濃度は上記の許容濃度以下となっている。

【0031】

同様に、レチクル室 2、鏡筒 3、及びウエハ室 4 にも気体供給装置 26 からそれぞれ開閉自在のバルブ 28B 付きの配管 27B、バルブ 28C 付きの配管 27C、及びバルブ 28D 付きの配管 27D を介して高純度の窒素ガスが随時供給されると共に、濃度センサ 29B、29C 及び 29D によって内部の吸光物質の濃度が常時計測され、計測値が主制御系 25 に供給されている。更に、レチクル室 2、鏡筒 3 及びウエハ室 4 にもそれぞれ真空ポンプ 30B、30C 及び 30D が接続されている。そして、濃度センサ 29B、29C 及び 29D によって計測さ

れる吸光物質の濃度がそれぞれの許容濃度を越えたときに、主制御系 25 は真空ポンプ 30B, 30C, 30D とバルブ 28B~28C と気体供給装置 26 とを動作させることによって、レチクル室 2、鏡筒 3 及びウエハ室 4 内の吸光物質の濃度をそれぞれの許容濃度以下に維持できるように構成されている。

【0032】

次に、本例の投影光学系 PL 及びこの密閉機構の一例につき図 2 を参照して説明する。

図 2 は、図 1 中の投影光学系 PL の内部構成を示す断面に沿う端面図であり、この図 2 において、本例の反射屈折光学系からなる投影光学系 PL は、レチクル R のパターンの一次像（中間像）I を形成するための第 1 結像光学系 K1 と、一次像 I からの光に基づいてレチクルパターンの二次像を縮小倍率で感光性基板としてのウエハ W 上に形成するための第 2 結像光学系 K2 とから構成されている。

【0033】

第 1 結像光学系 K1 は、レチクル側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G2 とから構成されている。第 1 レンズ群 G1 は、レチクル側から順に、レチクル側に非球面形状の凸面を向けた正メニスカスレンズ L11 と、レチクル側に非球面形状の凸面を向けた正メニスカスレンズ L12 と、ウエハ側に非球面形状の凹面を向けた正メニスカスレンズ L13 とから構成されている。また、第 2 レンズ群 G2 は、レチクル側から順に、レチクル側の面が非球面形状に形成された両凹レンズ L21 と、レチクル側の面が非球面形状に形成された両凸レンズ L22 と、ウエハ側に非球面形状の凸面を向けた正メニスカスレンズ L23 と、ウエハ側に非球面形状の凹面を向けた正メニスカスレンズ L24 とから構成されている。

【0034】

一方、第 2 結像光学系 K2 は、レチクル側から順にウエハ側に凹面を向けた表面反射面 R1 を有し且つ中央に開口部を有する主鏡 M1 と、レンズ成分 L2 と、そのウエハ側のレンズ面上に設けられ且つ中央に開口部を有する反射面 R2 を備えた副鏡 M2 とから構成されている。即ち、別の観点によれば、副鏡 M2 とレンズ成分 L2 とは裏面反射鏡を構成し、レンズ成分 L2 は裏面反射鏡の屈折部を構

成している。この場合、第1結像光学系K1の結像倍率を β_1 、第2結像光学系K2の結像倍率を β_2 とすると、一例として $0.7 < |\beta_1 / \beta_2| < 3.5$ の関係が満足されることが望ましい。

【0035】

また、投影光学系PLを構成する全ての光学要素(G1, G2, M1, M2)は単一の光軸AXに沿って配置されている。また、主鏡M1は一次像Iの形成位置の近傍に配置され、副鏡M2はウエハWに近接して配置されている。

こうして本例においては、レチクルRのパターンからの光が、第1結像光学系K1を介して、レチクルパターンの一次像(中間像)Iを形成し、一次像Iからの光は、主鏡M1の中央開口部及びレンズ成分L2を介して主鏡M1で反射される。そして、主鏡M1で反射された光は、レンズ成分L2及び副鏡M2の中央開口部を介してウエハWの表面にレチクルパターンの二次像を縮小倍率で形成する。図2の例では、第1結像光学系K1の結像倍率 β_1 は0.6249、第2結像光学系K2の結像倍率 β_2 は0.4000であり、レチクルRからウエハWに対する投影倍率 β は0.25(1/4倍)となっている。

【0036】

本例において、投影光学系PLを構成する全ての屈折光学部材(レンズ成分)には蛍石(CaF_2 の結晶)を使用している。また、露光ビームとしての F_2 レーザ光の発振中心波長は157.6nmであり、波長幅が156nm \pm 10pmの光に対して色収差が補正されていると共に、球面収差、非点収差、及び歪曲収差などの諸収差も良好に補正されている。更に、温度変化に対する主鏡M1の反射面の面変化を抑えて良好な結像性能を維持するために、主鏡Mの反射面S1を支持する支持部材を、線膨張率3ppm/°C以下の物質、例えばチタン珪酸ガラス(Titanium Silicate Glass)を用いて形成している。チタン珪酸ガラスとしては、例えばコーニング社のULE(Ultra Low Expansion:商品名)が使用できる。

【0037】

本例の投影光学系PLは、反射屈折光学系を構成する全ての光学要素が単一の光軸に沿って配置されているため、反射部材を用いて色収差等を低減できる上に

、従来の直筒型の屈折系の延長線上の技術により鏡筒設計及び製造を行うことが可能になり、製造の困難性を伴うことなく高精度化を図ることができる。

そして、本例では第1の構成例としては、第1結像光学系K1及び第2結像光学系K2を単一の鏡筒3内に密閉された状態で支持するものとする。但し、第2結像光学系K2では、空間上を照明光が複数回通過しているために、吸光物質の濃度管理をより厳密に行うことが望ましい。

【0038】

そこで、第2の構成例として、図2に示すように、第1結像光学系K1の各光学要素を鏡筒3内に密閉された状態で不図示のレンズ枠によって支持し、第2結像光学系K2の主鏡M1及び副鏡M2をそれぞれ不図示の支持部材を介して別の下部鏡筒3A内に密閉された状態で支持する。この場合、鏡筒3及び下部鏡筒3A内で露光ビームが通過する部分については、不図示であるが、例えば上述の高透過率の材料で形成された平行平板ガラスで密閉すればよい。

【0039】

また、図1を参照して説明したように、鏡筒3には濃度センサ29C及び真空ポンプ30Cが接続されている。同様に、下部鏡筒3Aにも濃度センサ29E及び真空ポンプ30Eが接続されている。また、更に鏡筒3及び下部鏡筒3Aには図1の気体供給装置26から高純度の窒素ガスも随時供給できるように構成されており、鏡筒3内及び下部鏡筒3A内の吸光物質の濃度は、主制御系25によって互いに独立に露光時には許容濃度以下になるように管理されている。この構成例では、下部鏡筒3A内での吸光物質の許容濃度を鏡筒3内での許容濃度より低くすることによって、投影光学系PL全体としての照明光の透過率を高めることができる。なお、以下の説明では、投影光学系PLは一つの鏡筒3内に収納されているものとして説明する。

【0040】

図1に戻り、本例の投影露光装置において露光ビームの光路上の吸光物質を低減させるための全体の管理動作の一例につき説明する。

まずレチクル室2は、特に真空紫外光といった通常の空気では吸収される露光ビームを用いた露光装置では重要な管理対象である。それは、露光対象のレチクル

Rが収納され、且つ吸光物質の濃度を管理している空間（レチクル室2）の外部のレチクルライブラリから任意のレチクルを取り出して、吸光物質の管理をしている空間中に移動させて、露光ビームとしての照明光ILの光路上に設置する必要があるからである。なお、レチクルは焼き付ける半導体素子毎又は焼き付ける層毎に異なるため、必要な工程に応じてレチクルの交換が行われるため、レチクルの交換は高頻度で行われる。従って、レチクル室2は、単に光路上のレチクルRを吸光物質の管理を行っている空間の外部から分離するのみならず、レチクルステージ21やレチクルローダ（不図示）等の可動部から発生する異物（不純物）を効率的に排出し、ひいてはレチクル室2外の光路上での吸光物質の増加を抑制する役割も果たしている。同様の役割は、ウエハ室4にも当てはまることは言うまでも無い。

【0041】

次に、図1から分かるように、投影露光装置の各部を収納する照明系チャンバ1、レチクル室2、鏡筒3、及びウエハ室4内の光路（以下、「部分光路」という）の照明光ILの光路長は明らかに互いに異なっており、照明系チャンバ1内の照明光学系部5が最も光路長が長く、鏡筒3内の投影光学系PLの光路長が次に長くなっている。照明光ILが通過する吸光物質の量は、吸光物質の濃度が一定の場合には光路長に比例するため、照度の低下量は4つの部分光路で互いに異なることを意味する。このため、光路長が長い部分光路ほど吸光物質の量が少ないことが望ましい。また、光路長の長い照明光学系部5及び投影光学系PLは、密閉された構造をとることが比較的容易であり、基本的には外部からの吸光物質の流入を防ぐことはより困難ではない。また、照明光学系部5及び投影光学系PLは、可動部が少ないため、より吸光物質を低濃度に管理し易い。従って、照明系チャンバ1内及び鏡筒3内の吸光物質の濃度を一度低下させて、その状態を保つことによって、照明光学系部5及び投影光学系PLにおける照度低下を低く抑えることが可能である。

【0042】

また、レチクル室2及びウエハ室4における光路長は比較的短い。しかしながら、これらの空間は投影露光装置の稼働時にレチクル及びウエハ等の部品が随時

外部との間での出し入れされる空間であり、その度に外部からの空気や不純物等の流入にさらされることになる上に、可動部から放出される異物もあり、吸光物質の濃度を低く保つのは容易でない。そこで、本例では、照明系チャンバ 1 からウエハ室 4 までの各部分光路での照明光 I L の許容吸収率（許容吸光率）が一定となるように、各部分光路での吸光物質の許容濃度を設定している。この結果、レチクル室 2 及びウエハ室 4 内の部分光路では、吸光物質の許容濃度が他の部分光路での許容濃度に比べて高く設定されることになるが、全体としての照明光 I L の照度の低下に対する寄与は互いに同一となる。しかも、この方法によって、装置をより複雑にする必要がなくなる。

【0043】

以下に各部分光路での吸光物質による照明光 I L の許容吸収率を同一に設定した場合の、照明系チャンバ 1 からウエハ室 4 までの吸光物質としての酸素及び二酸化炭素の許容濃度の例を数例挙げる。この場合、照明系チャンバ 1、レチクル室 2、投影光学系 P L の鏡筒 3、及びウエハ室 4 内の部分光路の光路長は以下の通りであるとする。

【0044】

照明系チャンバ 1 内の光路長：5000 mm

レチクル室 2 内の光路長：200 mm

鏡筒 3 内の光路長：1350 mm

ウエハ室 4 内の光路長：10 mm

そして、それらの部分光路での許容吸収率を 1 % とすると、各部分光路での酸素 (O_2) 及び二酸化炭素 (CO_2) の許容濃度は以下の表 1 のようになる。

【0045】

【表 1】

	許容 O_2 濃度 (ppm)	許容 CO_2 濃度 (ppm)
照明系チャンバ 1 内	6.71×10^{-2}	3.30
レチクル室 2 内	1.68	8.24×10^1
鏡筒 3 内	2.49×10^{-1}	1.22×10^1
ウエハ室 4 内	3.35×10^1	1.65×10^3

【0046】

次に、それらの部分光路での許容吸収率を5%とすると、各部分光路での酸素(O_2)及び二酸化炭素(CO_2)の許容濃度は以下の表2ようになる。

【0047】

【表2】

	許容 O_2 濃度(ppm)	許容 CO_2 濃度(ppm)
照明系チャンバ1内	3.42×10^{-1}	1.68×10^1
レチクル室2内	8.56	4.21×10^2
鏡筒3内	1.27	6.23×10^1
ウエハ室4内	1.71×10^2	8.41×10^3

【0048】

表1及び表2より、レチクル室2及びウエハ室4内では、照明系チャンバ1内及び鏡筒3内に比べて吸光物質の許容濃度が10倍～100倍となっていることが分かる。これによって、レチクル室2及びウエハ室4内の吸光物質の濃度管理が容易になっており、レチクル室2及びウエハ室4の機構を複雑化する必要が無い。

【0049】

次に、本例の投影露光装置はステップ・アンド・スキャン方式であるため、レチクル室2及びウエハ室4の内部にはレチクルとウエハとを同期して走査するための可動部が備えられている。また、上述のように、レチクル及びウエハの交換のために、外気との接触や吸光物質の混入が避けられない。そこで、レチクル及びウエハの走査露光後や交換作業の後には、レチクル室2及びウエハ室4内の吸光物質の濃度が許容濃度以下になるまで、真空ポンプ30B、30D及び気体供給装置26を動作させて吸光物質を排気する必要がある、この間はレチクルの回路パターンの露光は控える必要があるのは言うまでもない。

【0050】

なお、吸光物質の濃度を管理する空間(照明系チャンバ1～ウエハ室4の内部)では、まずそれぞれ真空ポンプ30A～30Dによって減圧を行うとよい。その後、気体供給装置26から照明光を殆ど吸収しない気体を供給することによ

て、効率良く吸光物質を低減又は排除することができる。この場合、照明系チャンバ1～ウエハ室4の内部と外気との気圧差が実質的に無いとみなすことができるため、露光装置各部を必要以上の強度を持つ冗長な機構にする必要は無い。但し、照明系チャンバ1～ウエハ室4内では、吸光物質の排除を行った後、ほぼ真空状態にして露光を行うようにしてもよい。この場合には、露光装置各部の強度を高める必要があるが、照明光の波長に依らずにその照度を極めて高く維持することができる。

【0051】

なお、照明系チャンバ1～ウエハ室4の内部の減圧は必ずしも高真空にする必要は無い。即ち、その減圧時における真空度は、雰囲気中に存在する吸光物質の密度（量）とその雰囲気中の光路長とに依存するが、空気雰囲気中における光路長1mで吸収される露光光の許容吸収率を1%と設定すると 1.2×10^{-3} Torr程度、その許容吸収率を3%と設定すると 3.8×10^{-3} Torr程度まで減圧すれば十分である。より吸収係数が大きい物質が雰囲気中に存在するときは、より高めの真空度まで、より吸収係数の小さい物質しか雰囲気中に存在しないときは、より低めの真空度まで減圧すれば十分であるのは言うまでもない。

【0052】

また、本例の照明系チャンバ1～ウエハ室4の内部は密閉されているため、それぞれの空間内に照明光を殆ど吸収しない異なる気体を供給して、それぞれの内部での照度低下を防止するようにしてもよい。この場合、例えば光路長が短い（光路を含む吸光物質の濃度が管理された空間の体積が小さい）部分では、より安価な気体（窒素ガス等）でパージを行い、光路長が長い（光路を含む吸光物質の濃度が管理された空間の体積が大きい）部分では、多少高価でもヘリウムガス等でパージを行うといった管理を行うようにしてもよい。これによって、運転コストをあまり上昇させることなく、例えば温度制御特性や結像特性の安定性等を高めることができる。

【0053】

また、このように光路長が短い部分では窒素ガス、光路長が長い部分ではヘリウムガスを用いる構成とは別に、光路長に関係なく、全ての部分光路中に窒素ガ

ス又はヘリウムガスの何れかを供給するようにしてもよい。また、光路長が短い部分にヘリウムガス、光路長が長い部分に窒素ガスを供給するようにしてもよい。更に、密閉度（気密度）の高い部分に高価な気体（ヘリウムガス等）を供給し、密閉度の低い（吸光物質が混入し易い）部分に安価な気体（窒素ガス等）を供給するようにしても、運転コストが低減できる。

【0054】

次に、本発明の実施の形態の他の例につき図3を参照して説明する。本例は図1の実施の形態と基本的に同じ構造を持つが、図1のウエハ室4に相当する部分が密閉されておらず、ウエハ操作部7を外気、即ち投影露光装置が収納されている大きいチャンバ内の雰囲気と隔てる構造が無い点が図1の実施の形態と異なっている。そこで、図3において、図1に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0055】

図3は、本例の投影露光装置の要部を示し、この図3において、ウエハ操作部7の上部が投影光学系PLの側面を覆うようにカバー4Aで覆われている。そして、ウエハ操作部7の側面方向に、送風部33及びフィルタ部34が設置され、不図示の気体供給装置から配管35を介して送風部33に照明光ILに対して透過性の気体（例えば窒素ガス、又はヘリウムガス等）が温度制御されて供給されている。送風部33は主制御系25からの制御情報に応じた流量で、フィルタ部34を介してカバー4A下のウエハ操作部7の周囲に矢印37で示すようにその気体を送風する。その気体の流路に配管を介して濃度センサ29Dが配置され、濃度センサ29Dで計測される吸光物質の濃度が主制御系25に供給されている。そのように計測される吸光物質の濃度が許容濃度以下となるように、送風部33からの気体の流量が制御される。

【0056】

この実施の形態では、ウエハWの表面（ウエハ面）に対する透過性の気体の流れる方向を一方向に保つために、ウエハ面とウエハホルダのウエハが載置される部分を除く表面とが一致していることが望ましい。ウエハホルダからウエハ面が突出していると、ウエハの周辺部分で一定方向に流れていた気体の流れに変化が

生じる恐れがあるからである。そこで、ウエハホルダの表面の中央部に、予めウエハが載置される窪み（凹部）を形成しておき、その窪みにウエハを載置することで、ウエハ面とウエハホルダの表面とを一致させておけばよい。

【 0 0 5 7 】

このように本例では、露光ビームの光路上に局所的なガスフローを起こすことによって、ウエハWの表面における照度低下を軽減している。従って、ウエハの出し入れに伴うガス交換といった作業が不要になるため、より高いスループットが得られる利点がある。その反面で本例では、外気の流入によって吸光物質の濃度管理を図 1 の実施の形態よりも高精度に行うことは困難であるため、スループットの向上より照度低下の軽減を重視する場合には、図 1 の実施の形態を利用することが望ましい。なお、図 3 におけるガスフローは、露光ビームの吸収の少ない（実質的に無い）物質によって行われなければならないことは言うまでも無い。

【 0 0 5 8 】

このように吸光率の小さい物質によるガスフローによって露光ビームの照度低下を軽減する手法は、レチクル室 2（レチクル操作部 6）に対しても同様に容易に適用可能であるのは言うまでも無い。また、同様の手法は照明光学系部 5 及び投影光学系 P L に対しても適用することができるが、その場合はこれらの部分に対して二重構造を採用する等の工夫が必要になる。

【 0 0 5 9 】

また、レチクル室 2 内にはレチクルステージ 2 1 の位置を計測するレーザ干渉計が設置され、また、図 1 におけるウエハ室 4、又は図 3 におけるウエハ操作部 7 にもウエハステージ 2 3 の位置を計測するレーザ干渉計が設置されている。この場合、レーザ干渉計の計測用のレーザビームの光路は、そのレーザビームの揺らぎを防止するために、パイプ等の筒で覆われていることが望ましい。

【 0 0 6 0 】

また、照明系チャンバ 1 からウエハ室 4 を構成する筐体（筒状体等も可）や、窒素ガスやヘリウムガス等を供給する配管は、不純物ガス（脱ガス）の少ない材料、例えばステンレス鋼、四フッ化エチレン、テトラフルオロエチレン-テルフ

ルオロ（アルキルビニルエーテル）、又はテトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロペン共重合体等の各種ポリマーで形成することが望ましい。

【0061】

更に、各筐体内の駆動機構（レチクルブラインドやステージ等）などに電力を供給するケーブルなども、同様に上述した不純物ガス（脱ガス）の少ない材料で被覆することが望ましい。

なお、上記の実施の形態では、照明系チャンバ1～ウエハ室4（又はカバー4Aの下部）に露光ビームを殆ど吸収しない気体を供給しているが、それらの部分光路を減圧した状態で使用してもよい。これによって、露光ビームが更に短波長になっても、ウエハ上で高い照度を得られる。

【0062】

なお、本発明は走査露光型の投影露光装置のみならず、一括露光型（ステッパ型）の投影露光装置やプロキシミティ方式の露光装置にも適用できることは明らかである。

また、本発明は露光ビームとして軟X線等の波長100nm程度以下の極端紫外光（EUV光）を使用する場合にも適用することができ、同様に露光ビームとして電子線を使用する電子線転写装置等にも適用することができる。EUV光や電子線を使用する場合には、露光ビームの光路を真空にする必要があり、外気の空気内の物質はほぼ全てが吸光物質となるが、露光ビームの複数の部分光路毎にこれらの吸光物質の濃度管理を行うことで、装置全般の機構が簡素化される。

【0063】

また、上記の実施の形態の投影露光装置は、照明光学系や投影光学系の調整を行うと共に、各構成要素を、電氣的、機械的又は光学的に連結して組み上げられる。この場合の作業は温度管理が行われたクリーンルーム内で行うことが望ましい。そして、上記のように露光が行われたウエハWが、現像工程、パターン形成工程、ボンディング工程等を経ることによって、半導体素子等のデバイスが製造される。

【0064】

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範

図で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0065】

【発明の効果】

本発明の第1、第3又は第4の露光方法によれば、転写対象の基板上での露光ビームの照度を高めることができる。

また、第2の露光方法によれば、真空紫外光のように種々の物質によって吸収され易い露光ビームを使用する場合に、装置全般の機構を複雑化することなく、又は運転コストをあまり高めることなく、転写対象の基板上での露光ビームの照度を高めることができる。

【0066】

本発明によって、各部毎に設定された許容濃度以下になるように吸光物質を軽減又は排除することが可能となり、各部毎の照度低下を管理できるため、より確実な回路パターンの焼き付けが可能となり、ひいては電子デバイス等の製造工程のスループットを高めることができる。更に、各部の吸光物質の濃度（量）を独立に管理することで、各部の設計がより容易になると共に、各部のメンテナンス性が向上する。

【0067】

また、本発明の露光装置によれば、本発明による露光方法を実施でき、本発明のデバイスの製造方法によれば、高いスループットで各種デバイスを量産できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を示す一部を断面とした概略構成図である。

【図2】 図1中の投影光学系PL及び鏡筒3の構成例を示す断面に沿う端面図である。

【図3】 本発明の実施の形態の他の例の投影露光装置の要部を示す一部を断面とした概略構成図である。

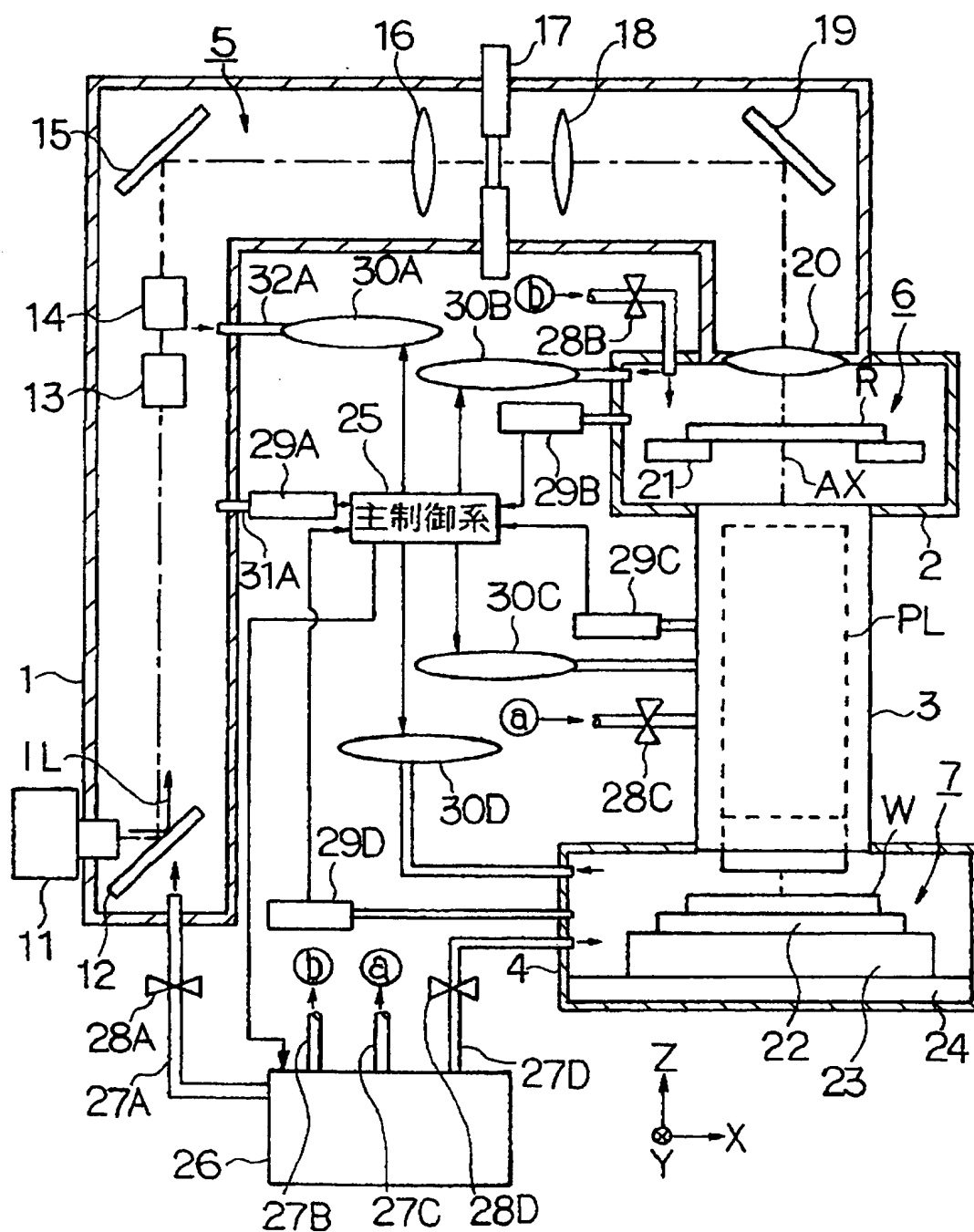
【符号の説明】

1…照明系チャンバ、2…レチクル室、3…鏡筒、4…ウエハ室、5…照明光

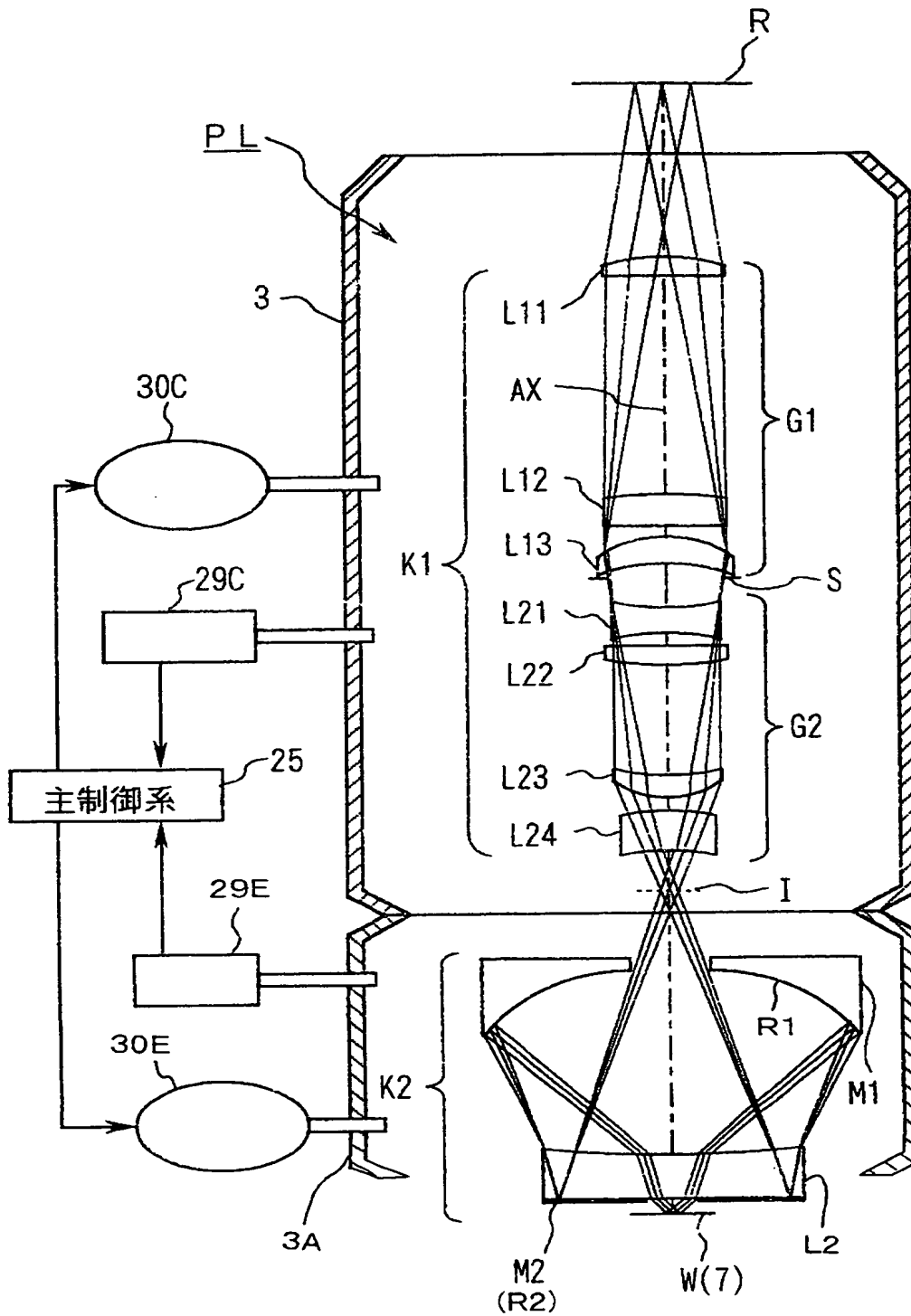
学系部、6…レチクル操作部、7…ウエハ操作部、11…露光光源、R…レチクル、PL…投影光学系、W…ウエハ、25…主制御系、26…気体供給装置、29A～29D…濃度センサ、30A～30D…真空ポンプ

【書類名】 図面

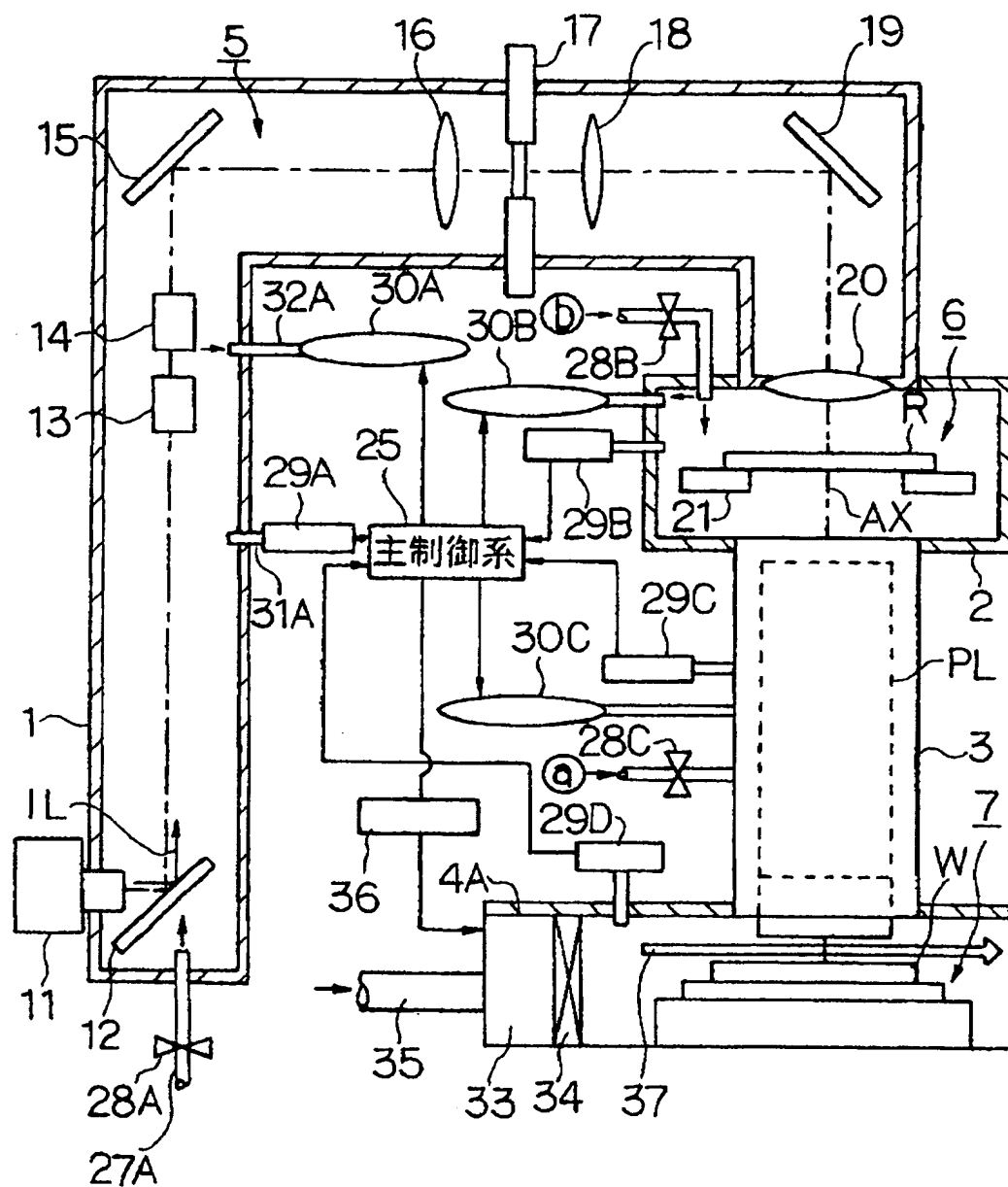
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 真空紫外光のように種々の物質によって吸収され易い露光ビームを使用する場合に、装置全般の機構を複雑化することなく、転写対象の基板上での露光ビームの照度を高める。

【解決手段】 照明光学系部 5 からの露光ビームとしての F_2 レーザ光（波長 157 nm）によって、レチクル操作部 6 中のレチクル R が照明され、レチクル R のパターンの像が投影光学系を介してウエハ操作部 7 中のウエハ W 上に転写される。照明光学系部 5、レチクル操作部 6、投影光学系 PL、及びウエハ操作部 7 をそれぞれ照明系チャンバ 1、レチクル室 2、鏡筒 3、及びウエハ室 4 で密閉し、これらの照明系チャンバ 1～ウエハ室 4 中の光路上の吸光物質の濃度を互いに独立に管理する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名 株式会社ニコン

